



DOSSIER DE DEMANDE D'AVANCEMENT AU TITRE DE LA CAMPAGNE 2023

Indiquez le grade pour lequel vous demandez un avancement

<input type="checkbox"/> CRHC	<input checked="" type="checkbox"/> DR1	<input type="checkbox"/> DRCE1	<input type="checkbox"/> DRCE2	<input type="checkbox"/> CRHC HEB
-------------------------------	---	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Nom d'usage : CARUSO

Prénom : Xavier

Date naissance : 24/04/1980

Grade actuel : DR2

Echelon actuel : 05

Echelle actuelle :

Chevron actuel :

Date d'entrée dans le grade actuel : 01/10/2018

Date d'entrée dans l'échelon actuel : 01/10/2020

Date d'entrée dans l'échelle actuelle :

Date d'entrée dans le chevron actuel :

Affectation (code et intitulé de l'unité de recherche, organisme d'accueil et pays) :

UMR5251 - Institut de Mathématiques de Bordeaux - CNRS - France

Nom du directeur/de la directrice :

Vincent KOZIARZ

Affectation précédente (code et intitulé de l'unité de recherche, organisme d'accueil et pays) :

UMR6625 - Institut de recherche mathématique de Rennes - CNRS

Pour toute question relative à votre situation personnelle (grade, échelon, chevron, ...), il convient de contacter le service des ressources humaines de votre délégation régionale.

Section(s) du CoNRS (pour l'examen de la candidature) :

41

Données personnelles

Conformément à la réglementation sur la protection des données personnelles (Règlement UE 2016/679 et Loi informatique et Liberté modifiée), des informations sur le traitement des données sont disponibles sur le lien suivant : [Note d'information des chercheurs et chercheuses candidats à un avancement au choix.](#)

FICHE-RESUME

Nous vous demandons de sélectionner au maximum 10 de vos productions scientifiques (publications, logiciels, livres, brevets, rapports, preprints, ...) les plus significatives permettant d'évaluer votre activité de chercheur ou de chercheuse sur la période couverte par cette évaluation. Pour chacune de ces productions, vous indiquerez uniquement la référence et le lien internet afin que les membres de votre section puissent en prendre connaissance. Ce choix est important. Il doit refléter votre contribution personnelle. Ces productions seront étudiées avec attention par les évaluateurs, lesquels pourront juger de votre travail sur le fond. Ce sont en effet les résultats eux-mêmes qui doivent être évalués, et non pas le fait qu'ils aient pu être publiés dans une revue prestigieuse ou par un média réputé.

1- X. Caruso, A. David, A. Mézard
Moscow Journal of Combinatorics and Number Theory 12 (2023), 1-56

Une implémentation en SageMath complète cet article:

<https://plmlab.math.cnrs.fr/caruso/pbtdef>

Lien : <https://doi.org/10.2140/moscow.2023.12.1>

2- X. Caruso, A. David, A. Mézard
Can we dream of a 1-adic Langlands correspondence?
In: Morel, JM., Teissier, B. (eds) Mathematics Going Forward. Lecture Notes in Math. 2313, 537-560

Lien : https://doi.org/10.1007/978-3-031-12244-6_37

3- X. Caruso
Where are the zeroes of a random p-adic polynomial?
Forum of Mathematics, Sigma 10 (2022), 1-41

Lien : <https://doi.org/10.1017/fms.2022.27>

4- X. Caruso, T. Vaccon, T. Verron
Gröbner bases over Tate algebras
proceedings de la conférence ISSAC 2019

Cet article est le premier d'une série de quatre.

Lien : <http://issac-conference.org/2019/papers.php>

5- X. Caruso, E. Eid, R. Lercier
Fast computation of elliptic curve isogenies in characteristic two
J. London Math. Soc. 104 (2021), 1901-1929

Une implémentation en Magma complète cet article:

<https://github.com/rlercier/isocar2g1/>

Lien : <https://doi.org/10.1112/jlms.12487>

6- A. Bostan, X. Caruso, J. Roques
Algebraic solutions of linear differential equations: an arithmetic approach
prépublication (2023), 47 pages

Un article de survol sur la théorie algébrique des équations différentielles et les questions afférentes de transcendance. Une attention particulière est portée à la conjecture de Grothendieck sur les p-courbures.

Lien : <https://arxiv.org/abs/2304.05061>

7- X. Caruso, A. Durand
Duals of linearized Reed-Solomon codes
Designs, Codes and Cryptography 91 (2023), 241-271
Lien : <https://doi.org/10.1007/s10623-022-01102-7>

8- D. Ayotte, X. Caruso,
Drinfeld modules in SageMath
à paraître à ACM Communication in Computer Algebra

Il s'agit d'un rapport sur une implémentation des modules de Drinfeld dans le logiciel de calcul formel SageMath. Une partie du logiciel a déjà été intégrée dans la version 10.0 de SageMath.

Le code source est disponible sur github:

<https://github.com/sagemath/sage/pulls?q=is%3Apr++drinfeld+modules>

et une démo l'est ici:

<https://xavier.caruso.ovh/notebook/drinfeld-modules>

Lien : <https://arxiv.org/abs/2305.00422>

9- X. Caruso
p-adiques exacts

Une implémentation des p-adiques exacts, à l'aide de l'algorithmique détendue de van der Hoeven et al. Une fonctionnalité intéressante fournie par cette approche est la possibilité de définir des nombres auto-référents.

Lien : <https://github.com/sagemath/sage/issues/31108>

Décrire de manière synthétique (max.3000 caractères) les critères qui vous ont conduit à sélectionner ces productions scientifiques (visibilité, caractère innovant, dimension collective, témoignage d'une réorientation thématique...)

J'ai essayé dans la liste précédente de donner un panorama le plus complet possible de mes thématiques de recherche :

- les items (1) et (2) portent sur les représentations galoisiennes et la théorie de Hodge p-adique, le domaine de recherche dans lequel j'ai débuté
- l'item (3) porte sur les aspects probabilistes des nombres p-adiques
- les items (4) et (5) portent sur mes contributions à l'algorithmique mettant en oeuvre des méthodes p-adiques
- les items (6) à (8) portent sur mes travaux autour des polynômes de Ore : je les utilise pour étudier les équations différentielles, les modules de Drinfeld et pour produire de nouveaux codes correcteurs d'erreurs en métrique rang.
- enfin, les items (8) et (9) illustrent ma contribution au développement du logiciel de calcul formel SageMath.

À mon sens, tous ces aspects forment un tout cohérent dans mes activités de recherche qui s'entremêlent et s'auto-alimentent.

Indiquez ci-dessous cinq faits marquants sur la période couverte par cette évaluation (max. 500 caractères par fait marquant) (prise de responsabilité, mobilité, participation à des activités d'enseignement, de diffusion des connaissances ou de valorisation ...)

1- Contrats de recherche

Je suis le PI du projet ANR CLap-CLap dont l'objectif est l'étude de la correspondance de Langlands p-adique, sur les plans théoriques et algorithmiques. Notre équipe rassemble une vingtaine de personnes à Paris, Lyon, Rennes et Bordeaux.

Je suis membre du projet ANR Padlefan. L'un des objectifs est la conception d'outils algorithmiques pour le calcul des fonctions L.

Je suis sympathisant du projet ANR Barracuda qui porte sur les codes correcteurs d'erreurs.

2- Cours d'informatique quantique

À mon arrivée à Bordeaux, j'ai repris le cours d'introduction à l'informatique quantique, commun au master d'AGTN (Algèbre, Géométrie et Théorie des nombres) et au master CSI (Cryptologie et Sécurité de l'information). Cela a été pour moi l'occasion de m'investir dans cette nouvelle thématique passionnante.

J'ai donné plusieurs exposés au groupe de travail "quantique" du LaBRI et j'ai donné des présentations sur l'informatique quantique à des publics variés.

3- Chargé de mission diffusion

À mon arrivée à Bordeaux, j'ai été nommé chargé de mission pour la diffusion par la direction du laboratoire. À ce titre, j'ai :

- participé à la re-structuration de notre équipe et obtenu un budget récurrent du laboratoire pour la diffusion
- mis en place un partenariat avec le Fablab de l'IUT de Gradignan
- créé plusieurs ressources (principalement sous forme d'applis web)

En ce moment, avec un artiste, nous concevons une exposition artistique autour des maths.

4- Responsabilités nationales

Depuis 2020, je suis membre suppléant à la section 25 du CNU. Je participe à environ deux séances sur trois.

En décembre 2022, j'ai présidé le comité HCERES qui a réalisé l'évaluation de l'Institut de Mathématiques de Marseille (I2M).

5- Direction adjointe de l'IMB

Depuis avril 2022, je suis directeur adjoint de l'IMB, en charge de la cellule informatique. Je suis ainsi responsable de l'équipe informatique du laboratoire, composée de 7 membres, et je réalise les entretiens annuels de 3 d'entre eux.

Informations complémentaires sur vos productions scientifiques

Afin d'étayer l'argumentation de votre dossier, ou d'apporter d'autres éclairages que vous jugez utiles, vous pouvez mettre un lien vers des informations complémentaires et en particulier une liste plus complète de vos productions scientifiques, en complément des 10 productions que vous avez sélectionnées et que vous présentez dans votre document. Il s'agit de permettre aux évaluateurs d'apprécier votre parcours professionnel et en particulier la dynamique de votre production ainsi que la place qu'ont les doctorants que vous avez encadrés dans cette production. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit exhaustive : sa longueur n'est en aucun cas un critère d'évaluation.

<http://xavier.caruso.ovh/papers/biblio.pdf>

Positionnement

Cette rubrique vous permet de positionner votre action dans les grandes facettes du métier de chercheur et chercheuse. Afin de renseigner la grille de positionnement, vous pourrez prendre appui sur les cinq dernières années de votre activité professionnelle (voir notice jointe en fin de document).

Vous disposez de 40 points à répartir sur 1 à 5 des facettes du métier de chercheur et chercheuse ci-dessous. La grille permet de mettre en avant le poids relatif d'une ou plusieurs facettes. Si vous estimez que vous ne vous êtes pas impliqué(e) dans l'une ou l'autre de ces facettes, n'hésitez pas à mettre un 0, cela ne préjuge en rien de la qualité de votre dossier.

FACETTES DU METIER	Répartition de 0 à 40 sur ces 5 items
Contribuer aux avancées scientifiques (1)	10
Former par la recherche, enseigner, exploiter et diffuser les connaissances scientifiques (2)	15
Innover, transférer, valoriser les résultats de la recherche (3)	5
Manager et/ou assumer des responsabilités collectives (4)	10
S'engager dans des mobilités géographiques, thématiques ou fonctionnelles (5)	0
Total	40

Le total doit impérativement être égal à 40.

Éléments déclaratifs sur votre positionnement dans les différentes facettes du métier de chercheur ou de chercheuse (max. 1500 caractères)

J'ai mis le score le plus élevé sur l'item (2) car il regroupe beaucoup d'aspects dans lesquels je suis investi. Côté enseignement, j'ai repris le cours d'informatique quantique, ce qui représente finalement peu d'heures mais m'a pris beaucoup de temps de préparation initiale. Je suis également responsable de l'équipe diffusion de l'IMB et, à ce titre, m'implique fortement dans la diffusion des mathématiques auprès des scolaires et du grand public. Enfin, durant les cinq dernières années, j'ai encadré 3 étudiants en thèse, 1 postdoc, plusieurs stages de M2. J'ai décidé de comptabiliser entièrement ce temps dans l'item (2) bien que, bien sûr, le travail avec mes doctorants relève aussi de l'item (1).

Depuis mon arrivée à Bordeaux, j'ai accepté de m'investir dans plusieurs responsabilités collectives : responsabilité de la cellule informatique, membre du CNU, etc. Ces activités sont très intéressantes mais demandent du temps ; c'est la raison pour laquelle j'ai mis un score élevé sur l'item (4). Je ne regrette cependant aucunement ce choix qui est, à la fois, formateur pour moi et utile à la communauté.

J'ai indiqué un score 0 sur l'item (5) car, s'il est vrai que j'ai eu une forte mobilité thématique depuis la début de ma carrière, celle-ci a peu évolué dans les 5 dernières années (à part peut-être, récemment, un nouvel engouement pour les modules de Drinfeld).

**CONTRIBUTIONS LES PLUS SIGNIFICATIVES ET FAITS MARQUANTS DE VOTRE ACTIVITE
(Depuis votre réussite au concours (CR ou DR) ou votre dernier avancement, sur une période
limitée au maximum aux 10 dernières années)**

1- Contributions scientifiques

Résumé des travaux effectués et contrats de recherche (max.15000 caractères) en dégagant leur originalité, leur portée scientifique, leur contribution à la dynamique collective de l'unité et leur rayonnement international.

Ce résumé portera sur les travaux effectués et contrats de recherche depuis votre réussite au concours (CR ou DR) ou votre dernier avancement, sur une période limitée au maximum aux 10 dernières années. (titre, résumé et responsabilités assumées : coordinateur, responsable d'axes, membre du contrat...)

cf document attaché

Contributions scientifiques

Toutes les références bibliographiques de ce document se rapportent à ma liste complète de publications, jointe à ce dossier et également disponible à cette adresse :

<http://xavier.caruso.ovh/papers/biblio.pdf>

Ci-dessous, je propose un tour d'horizon de mes contributions scientifiques depuis mon recrutement comme directeur de recherche et mon arrivée à l'Institut de Mathématiques de Bordeaux au 1er octobre 2018.

1 Représentations galoisiennes

1.1 Notes de cours sur la théorie de Hodge p -adique

J'ai rédigé un article de survol [38] dont l'objectif est de définir et d'établir les principales propriétés des anneaux de périodes p -adiques B_{cris} , B_{dR} , etc. de Fontaine. J'y adopte un point de vue classique lorsqu'il s'agit de définir ces anneaux mais je m'autorise à utiliser des approches plus modernes (notamment dûes à Colmez et Fargues-Fontaine) pour les démonstrations.

Cet article est paru dans un volume de la série *Panoramas et Synthèses* dont j'étais, moi-même, éditeur.

1.2 Autour de la conjecture de Breuil-Mézard

Soit F l'unique extension non ramifiée de \mathbb{Q}_p de degré f et soit $\bar{\rho} : G_F \rightarrow \text{GL}_2(\bar{\mathbb{F}}_p)$ une représentation continue irréductible de dimension 2 du groupe de Galois absolu G_F de F . Dans l'article [47], Agnès David, Ariane Mézard et moi-même étudions la fibre spéciale de certains espaces de déformations de $\bar{\rho}^1$. Grâce à la conjecture de Breuil-Mézard (qui est démontrée dans ce cas), ces espaces sont entièrement décrits par les poids de Serre associés.

Nous étudions la combinatoire de ces poids de Serre et, ce faisant, obtenons une paramétrisation entièrement explicite des fibres spéciales sus-citées. La formulation de nos résultats est frappante par le fait qu'elle est, pour une grande part, totalement indépendante du nombre premier p . Cela suggère l'existence d'un subtil dénominateur commun aux correspondances de Langlands p -adiques lorsque p varie, dénominateur commun qu'il reste à isoler et définir, mais que nous avons malgré tout baptisé *correspondance de Langlands 1-adique*. Dans l'article [48], nous justifions cette appellation et proposons un programme de recherche dans cette direction.

2 Algèbres de Tate

Dans la série d'articles [39, 40, 43, 45], Tristan Vaccon, Thibaut Verron et moi-même avons entamé l'étude algorithmique des idéaux dans les algèbres de Tate. Les algèbres de Tate jouent un rôle fondamental en géométrie p -adique car ce sont les briques de base à partir desquelles les variétés p -adiques rigides sont construites, de la même manière que les variétés algébriques sont construites à partir des algèbres de polynômes.

Dans [39], nous mettons en place le formalisme des bases de Gröbner dans le cadre des algèbres de Tate et montrons que celui-ci permet de résoudre la question de l'appartenance à un idéal, de même que dans le cas classique. Nous proposons également une adaptation de l'algorithme de Buchberger pour le calcul de bases de Gröbner. Dans les articles suivants [40, 43, 45], plus techniques, nous montrons

1. Précisément, il s'agit que ceux qui paramètrent les relèvements de $\bar{\rho}$ potentiellement cristallins de déterminant et type galoisien fixés et poids de Hodge-Tate égaux à 0, 1.

que les méthodes plus sophistiquées de calcul de bases de Gröbner (algorithme F5, algorithme FGLM, algorithme de Mora) s'étendent également au cadre des algèbres de Tate et permettent des améliorations substantielles des temps de calcul.

Une partie de nos algorithmes a été implémentée dans le logiciel de calcul formel SAGEMATH [56] et font, à présent, partie de la distribution standard.

3 Théorie algébrique des équations différentielles

Dans les cinq dernières années, mon intérêt s'est aussi porté sur les équations différentielles p -adiques, d'une part, et en caractéristique p , d'autre part.

3.1 Calcul d'isogénies

J'ai encadré, avec mon collègue Reynald Lercier, la thèse de Elie Eid dont l'objectif était d'utiliser des méthodes p -adique pour le calcul d'isogénies entre variétés abéliennes.

Faisant suite à des travaux de Lairez et Vaccon, nous avons commencé par traiter le cas des isogénies entre courbes elliptiques en caractéristique 2 [41]. Suivant une méthode proposée initialement par Elkies, ceci nous conduit à la résolution numérique de l'équation différentielle non linéaire :

$$c^2 \cdot (4t + (4a_2 + 1)t^2 + 4a_6t^4) \cdot z'^2 = 4z + (4\tilde{a}_2 + 1)z^2 + 4\tilde{a}_6z^4$$

où z est l'inconnue, t est la variable et $a_2, \tilde{a}_2, a_6, \tilde{a}_6$ et c sont des paramètres connus. Nous mettons au point un algorithme de complexité optimale pour résoudre cette équation, qui est basé sur une méthode de perturbation à l'ordre 1. L'étude de la complexité est très délicate car elle repose sur une étude fine des pertes de précision numérique, utilisant elle-même des arguments non triviaux d'analyse p -adique.

Suivant la même stratégie, notre étudiant, Elie Eid, a ensuite étendu la méthode au calcul d'isogénies entre courbes hyperelliptiques de genre arbitraire. Il obtient, en particulier, un algorithme très efficace pour le calcul du polynôme de ℓ -division sur la Jacobienne d'une courbe hyperelliptique.

3.2 Évaluation rapides des solutions d'ODE

Dans la même perspective, je me suis aussi intéressé, en collaboration avec Marc Mezzarobba, Tristan Vaccon et Nobuki Takayama, au calcul des valeurs prises par des fonctions p -adiques, solutions d'équations différentielles linéaires ordinaires (e.g. la fonction exponentielle, la fonction logarithme, les fonctions de Bessel, etc.). Dans [3], nous proposons un algorithme résolvant ce problème en temps quasi-linéaire en la précision souhaitée. En dehors des fonctions classiques sus-citées, nous expliquons comment notre algorithme peut être utilisé pour évaluer rapidement les fonctions hypergéométriques p -adiques sur un point du cercle unité (situé donc en dehors du disque de convergence donnée par la série hypergéométrique).

3.3 Autour d'un théorème de Christol

Un célèbre théorème de Christol affirme qu'une série entière à coefficients dans \mathbb{F}_p est algébrique si, et seulement si la suite de ses coefficients est p -automatique. Dans l'article [37], Alin Bostan, Gilles Christol, Philippe Dumas et moi-même avons proposé une version effective de ce théorème et en avons développé des applications à l'algorithmique.

À la suite de ce travail, nous avons été contacté par Boris Adamczewski, qui se demandait dans quelle mesure nos résultats pouvaient s'étendre à des séries multivariés. Nous nous sommes rapidement rendus compte que cela fonctionnait parfaitement, et avons entrepris la rédaction d'un article sur le sujet [6]. Dans cet article, nous développons en outre plusieurs applications frappantes de notre théorème principal, dans lesquelles nous améliorons fortement les bornes d'algébricité connues pour des séries multivariées en caractéristiques construites par différents procédés (produits d'Hamadard, diagonalisation, etc.).

3.4 Article de survol

À la suite de nos travaux, mes collègues Alin Bostan, Julien Roques et moi-même avons été contacté par Herwig Hauser pour écrire un article de survol sur la théorie algébrique des équations différentielles avec un focus particulier sur les questions de transcendance, la p -courbure et la conjecture de Grothendieck. Ce travail a pris plus de temps que ce qui avait été initialement prévu, mais une première version de l'article [5] est sortie récemment.

Cette collaboration a également été, pour moi, l'occasion de nouer de nouveaux liens scientifiques avec Hauser et l'un de ses doctorants à Vienne : Florian Fürnsinn. Avec ce dernier, nous avons récemment entamé une collaboration où nous étudions un problème d'uniformité des groupes de Galois vis-à-vis d'un nombre premier p dans la lignée de [6].

4 Polynômes de Ore et codes correcteurs d'erreurs

Les équations différentielles peuvent être encodées par ce que l'on appelle des *opérateurs différentiels*. Une variante de ces derniers conduit aux *polynômes de Ore*, qui interviennent dans des domaines divers des mathématiques. Durant ces cinq dernières années, je me suis également intéressé aux applications de ceux-ci à la théorie des codes correcteurs d'erreurs.

4.1 Résidus des fractions rationnelles de Ore

Dans un premier travail sur le sujet [42], je me suis attelé à mettre au point une théorie des résidus pour les éléments de $\text{Frac}(\mathcal{A})$ où \mathcal{A} est une certaine algèbre de Ore. Sous certaines hypothèses, je démontre que toute fraction rationnelle $f(X) \in \text{Frac}(\mathcal{A})$ peut être décomposée en série de Laurent sous la forme :

$$f(X) = \sum_{n \gg -\infty} a_n \cdot (Z(X) - z)^n$$

où $Z(X)$ est un polynôme canoniquement déterminé par \mathcal{A} , où z est le point autour duquel le développement en série de Laurent se fait et où les coefficients a_n vivent dans l'anneau quotient $\mathcal{A}/(Z(X) - z)\mathcal{A}$. Je définis alors le résidu de f en z comme le coefficient a_{-1} qui apparaît dans l'écriture précédente et démontre des analogues du théorème des résidus et de la formule de changement de variable classiques dans le cadre commutatif.

4.2 Duaux des codes de Reed-Solomon linéarisés

Nous appliquons ensuite, avec mon étudiant Amaury Durand, les constructions précédentes à la théorie des codes correcteurs d'erreurs [46]. Précisément, nous démontrons que les duaux des codes de Reed-Solomon linéarisés (une famille de codes pour la métrique somme-rang qui a été introduite récemment par Martínez-Peñas) peuvent être décrits de manière explicite en prenant des résidus de fractions rationnelles de Ore. Nous déduisons de ce théorème que les codes de Reed-Solomon linéarisés sont stables par dualité et apportons ainsi une réponse positive à une question de Martínez-Peñas et Kschischang.

4.3 Codes en métrique somme-rang via la géométrie algébrique

Avec Elena Berardini, nous nous sommes intéressés à la construction de nouveaux codes en métrique somme-rang. En nous inspirant de la construction des codes AG (*Algebraic Geometry*) classique dans le cadre de la distance de Hamming, nous définissons de tels codes à partir de la donnée d'un revêtement galoisien de courbes algébriques. Nous estimons les paramètres de codes que nous obtenons, et en déduisons qu'ils atteignent la borne de Singleton à un terme près que l'on exprime en termes du genre des courbes et de la ramification du revêtement.

Ce travail a donné lieu à la prépublication [4] et devrait se poursuivre dans la thèse de Fabrice Drain, qui débutera en septembre 2023.

5 Algorithmique des modules de Drinfeld

Les polynômes de Ore interviennent également, comme un outil essentiel, dans la théorie des modules de Drinfeld qui fournissent un analogue des objets de la géométrie arithmétique classique (courbes elliptiques, variétés abéliennes, fonctions L , etc.) dans le cadre des corps de fonctions.

J'ai été sensibilisé au sujet à la suite d'un exposé d'Antoine Leudière qui étudiait l'algorithmique des modules de Drinfeld et leurs applications à la cryptographie. Ayant moi-même beaucoup travaillé sur l'algorithmique des polynômes de Ore, j'avais de nombreuses questions à soumettre à Antoine Leudière, qui ont finalement été la porte d'entrée d'une collaboration fructueuse.

Plus précisément, dans la prépublication [7], nous concevons des algorithmiques rapides pour le calcul de la norme d'isogénies et des polynômes caractéristiques d'endomorphismes de modules de Drinfeld (avec une attention particulière portée à l'endomorphisme de Frobenius). Nos algorithmes sont entièrement nouveaux dans plusieurs contextes : (1) pour le calcul de la norme des isogénies qui ne sont pas des endomorphismes et (2) pour les modules de Drinfeld qui ne sont pas définis sur \mathbb{P}^1 . De plus, dans les cas où l'on disposait déjà auparavant de solutions algorithmes, nos méthodes améliorent généralement les complexités connues.

Avec David Ayotte, Antoine Leudière et Joseph Musleh, nous avons également proposé une implémentation soignée des modules de Drinfeld [58] (incluant les algorithmiques précédemment cités dans le cas de \mathbb{P}^1) pour le logiciel de calcul formel SageMath. Celle-ci devrait être prochainement disponible dans la distribution standard du logiciel.

6 Polynômes p -adiques aléatoires

Dans un autre registre, je me suis intéressé dans [44] à la répartition des racines des polynômes aléatoires à coefficients dans \mathbb{Z}_p . Un résultat faisant partie du folklore stipule qu'un tel polynôme a , en moyenne, exactement une racine dans \mathbb{Q}_p (indépendamment du degré et de p). Un premier résultat quantitatif que je démontre dans cet article est une formule explicite donnant la densité de présence de cette racine. Notant $\|x\|$ la norme p -adique de x , cette formule s'écrit :

$$\rho(x) = \frac{p}{p+1} \cdot \min(1, \|x\|_p^{-2}).$$

Plus généralement, j'obtiens des formules intégrales donnant la densité de présence d'une racine au voisinage d'un point x dans une clôture algébrique $\bar{\mathbb{Q}}_p$ de \mathbb{Q}_p . Je parviens à simplifier ces formules lorsque x vit dans une extension quadratique (ou plus généralement de degré premier) ou une extension non ramifiée sur \mathbb{Q}_p . J'en déduis, en particulier, qu'un polynôme aléatoire dans $\mathbb{Z}_p[x]$ a , en moyenne, environ $2/p$ racines en dehors de l'extension maximale non ramifiée de \mathbb{Q}_p .

Dans le cas général, je démontre que les fonctions densité vérifient des propriétés de croissance vis-à-vis du degré et des propriétés de symétrie semblables aux lois de transformation des formes modulaires. Enfin, j'étends ce formalisme au cadre des algèbres étales sur \mathbb{Q}_p (i.e. des produits d'extensions de \mathbb{Q}_p) et démontre l'élégante formule sommatoire suivante :

$$\sum_E \frac{\rho_n(E)}{\text{Card Aut}(E/\mathbb{Q}_p)} = 1$$

dans laquelle E parcourt les algèbres étales sur \mathbb{Q}_p de degré r , la lettre n désigne un entier supérieur ou égal à r et $\rho_n(E)$ est le nombre moyen de racines d'un polynôme aléatoire de $\mathbb{Z}_p[X]$ de degré n , qui sont dans E mais n'appartiennent à aucune sous-algèbre stricte. En termes plus concrets, la formule précédente affirme que, de même qu'un polynôme p -adique aléatoire a toujours exactement une racine dans \mathbb{Q}_p en moyenne, le nombre moyen de racine d'un polynôme p -adique aléatoire de degré au moins r dans l'« union » des algèbres étales de degré r est toujours exactement égal à r .

2- Enseignement, formation et diffusion de la culture scientifique

(Participation à l'enseignement, à l'organisation de conférences, de workshops ou colloques, encadrement de stagiaires, doctorants, post-doctorants, participation à des journées « portes ouvertes », à des revues ou ouvrages de vulgarisation, à des rencontres avec des publics non spécialistes, interventions dans la presse écrite, audiovisuelle, actions de gestion et d'ouverture, de partage ou de publication des données de la recherche, contribution au développement de la science ouverte...)

Enseignement

Depuis mon arrivée à Bordeaux, j'enseigne le cours d'algorithmique quantique, commun au master d'AGTN (Algèbre, Géométrie et Théorie des nombres) et au master CSI (Cryptologie et Sécurité de l'information).

L'objectif du cours est d'introduire le formalisme de l'informatique quantique et de présenter l'algorithme de Shor qui résout le problème de la factorisation des entiers et celui du calcul des logarithmes discrets en temps polynomial.

Le cours comprend une partie TP sur ordinateur pendant laquelle les étudiantes et étudiants sont invités à travailler sur une émulation d'ordinateur quantique que j'ai écrit en SageMath.

Encadrement doctoral et post-doctoral

Depuis mon arrivée à Bordeaux, j'ai encadré ou co-encadré trois thèses :

- Celle de Elie Eid (coencadrée avec Reynald Lercier). Le but de la thèse était de calcul rapide d'isogénies entre variétés abéliennes à l'aide d'équations différentielles p-adiques. La thèse a donné lieu à deux articles de revue et deux articles dans des proceedings de conférence.

- Celle d'Amaury Durand. Le but initial de la thèse était de développer une théorie des codes géométriques de Gabidulin. Toutefois, malheureusement, à cause de graves problèmes de santé, cet objectif n'a pu être que partiellement atteint. La soutenance de thèse d'Amaury a néanmoins eu lieu en décembre 2022.

- Celle de Raphaël Pagès (coencadrée avec Alin Bostan). Le but de la thèse est la mise au point d'algorithmes pour la factorisation des opérateurs différentiels en caractéristique positive. Raphaël a déjà publié un article aux proceedings de la conférence ISSAC. Il est prévu qu'il soutienne en décembre 2023.

À partir de septembre 2023, je co-encadrerai avec Elena Berardini la thèse de Fabrice Drain (avec qui, j'ai déjà commencé à travailler depuis un an environ). Le sujet proposé est celui de la construction de nouveaux codes en métrique somme-rang.

Dans le cadre du projet CLap-CLap, j'ai encadré un post-doctorant, Léo Poyeton. Nous avons débuté un travail en commun dont l'objectif est de mettre au point un algorithme pour décider de l'admissibilité des (ϕ, N) -modules filtrés (un objet de base en théorie de Hodge p-adique). Chemin faisant, nous nous sommes rendus compte que ce problème était plus difficile que prévu (probablement NP-complet) et lié à des questions réputés difficiles sur les codes correcteurs d'erreurs.

Léo Poyeton vient d'être recruté maître à conférences à Bordeaux. Nous aurons donc l'occasion, à partir de septembre 2023, de poursuivre et de terminer notre travail.

Diffusion

À mon arrivée à Bordeaux, avec ma collègue Chantal Menini, nous avons été nommés chargés de mission diffusion par le laboratoire. Je me suis investi, à ce titre, dans plusieurs chantiers.

Le premier a été la réorganisation interne de la diffusion à l'IMB. En particulier, nous avons créé une équipe au sein de l'IMB et obtenu un budget propre récurrent du laboratoire.

À côté de cela, j'ai mis en place un partenariat avec le FabLab de l'IUT de l'université de Bordeaux, et j'ai conçu et réalisé dans ce cadre plusieurs objets illustrant des points de mathématiques, à savoir :

- (avec un étudiant de L1 dont j'encadrais le stage) un dispositif montrant que le chemin le plus rapide entre deux points n'est pas la ligne droite, mais une portion de cycloïde
- une panoplie de règles à calcul.

Avec mes collègues du FabLab (dont un artiste), nous travaillons actuellement à la réalisation d'une exposition artistique autour des mathématiques.

J'ai également réalisé plusieurs ressources pédagogiques sous la forme d'applications web :

- une variante du jeu de 2048 basée sur la suite de Fibonacci (<https://diffusion.math.u-bordeaux.fr/embed/987/>)
- une promenade en 3D sur des surfaces plates de genre 1 et 2 (<https://diffusion.math.u-bordeaux.fr/embed/walks/genus1.html> et <https://diffusion.math.u-bordeaux.fr/embed/walks/genus2.html>)
- une exploration du diagramme de bifurcation de la suite logistique (<http://xavier.caruso.ovh/diffusion/logistique.html>)
- un instrument de musique étrange, que j'ai appelé le cerclétiseur (pour synthétiseur circulaire) qui permet de jouer des gammes dont on a l'impression qu'elles montent indéfiniment (<http://xavier.caruso.ovh/diffusion/logistique.html>)

Dans le cadre d'un concours d'images organisé par la délégation régionale du CNRS, mon collègue Pierre Grangé-Praderas et moi-même avons réalisé cette illustration :

<https://diffusion.math.u-bordeaux.fr/tilehexa/visuel.jpg>

ainsi qu'une page d'explications sur le contenu mathématique :

<https://diffusion.math.u-bordeaux.fr/tilehexa/>

En complément de cela, j'interviens régulièrement dans des collèges et des lycées, j'encadre des ateliers MATH.en.JEANS, je participe au dispositif *Regards de géomètre*, à la fête de la science et j'anime des stands dans des manifestations grand public (e.g. *Les échappées inattendues*).

Les bénéfices de mon implication dans l'enseignement et la diffusion

L'enseignement, et plus généralement la diffusion des connaissances, a toujours été pour moi à la fois une source de plaisir et d'inspiration.

De plaisir car j'aime faire visiter ce monde fascinant et merveilleux qui est celui de mathématiques, de voir les esprits de mes visiteurs s'arrêter sur une idée, la comprendre, l'assimiler puis, parfois, s'en émerveiller.

J'aime aussi m'aventurer, comme je le fais avec mes étudiants en thèse, sur des sentiers moins balisés voire inconnus, être surpris par les pépites que l'on trouve par ci par-là puis, découvrir, quelques pas plus loin, un magnifique édifice qui ne demande qu'à être exploré.

Source d'inspiration également car trouver le meilleur moyen de transmettre une notion, le meilleur éclairage pour qu'un concept réputé obscur paraisse lumineux, la meilleure représentation d'un objet mathématique le rendant, à la fois, palpable, rayonnant et inoffensif, tout cela est une réflexion complexe et continue qui mène inéluctablement à une autre forme de compréhension, parfois plus profonde, parfois plus aiguisée de ce monde mathématique si mystérieux.

3- Transfert technologique, contrats et valorisation

(Participation à des contrats industriels, projets de création d'entreprise, dépôts de brevets, activités de consulting en appréciant l'impact technologique - ou socio-économique - des travaux)

4- Responsabilités collectives et management de la recherche

(Participation à des comités de lecture de revues nationales ou internationales, à des instances collectives (conseil scientifique, instance d'évaluation, comité de programmes, direction d'équipe ou de laboratoire)). Quantifier en nombre de jours par an votre implication dans chacune de ces responsabilités collectives.

Depuis avril 2022, je suis directeur adjoint de l'IMB, en charge de la cellule informatique. Ces responsabilités impliquent des réunions hebdomadaires (en moyenne 4h par semaine), ainsi qu'une forte disponibilité en cas de besoin.

Je suis membre suppléant de la section 25 du CNU depuis 2020. En moyenne, je participe environ à deux sessions sur trois.

Depuis mon arrivée à Bordeaux, je suis membre du conseil de l'IMB. Le conseil se réunit tous les mois, les séances durent entre 1h et 2h.

De 2018 à 2022, j'ai été également membre de conseil de département SIN (une structure qui chapeaute quatre laboratoires de recherche). Le conseil se réunit tous les trois mois environ. Après chaque conseil, je rédigeais un compte-rendu informel pour les collègues de l'IMB.

Depuis 2018, j'ai été rapporteur de cinq thèses : Robin Bartlett (2018, Londres), Christopher Doris (2018, Oxford), Léo Poyeton (2019, Lyon), Joelle Saade (2019, Limoges), Christophe Levrat (2022, Paris).

J'ai participé à cinq comités de sélection : deux pour des postes PR (Rennes, Versailles) et trois pour des postes MCF (Limoges x2, Toulouse).

En 2020 et 2022, j'ai été jury pour le prix de thèse du laboratoire Blaise Pascal.

En décembre 2022, j'ai présidé le comité HCERES qui a évalué l'I2M. En plus de la visite du site, le président a la charge d'organiser les réunions préparatoires du comité et de rédiger la partie générale du rapport. J'évalue le tout à deux semaines de travail à temps plein.

5- Mobilités (thématiques, fonctionnelles, géographiques, apports et enjeux de ces mobilités)

Interruption(s) de carrière (si vous le souhaitez, vous pouvez en mentionner 5 maximum)

Périodes d'activités exercées à temps partiel (si vous le souhaitez, vous pouvez en mentionner 5 maximum)

Perspectives

Comme je l'ai expliqué dans mon dernier rapport d'activités, force est de constater que toutes les fois où je me suis essayé à décrire un projet de recherche à long terme, l'avenir a rapidement détrompé mes prévisions. Pour ce document, je préfère donc rester plus modeste et me cantonner à quelques projets de recherche à plus court terme qui, d'ailleurs, pour la plupart d'entre eux, ont déjà débuté mais vont néanmoins certainement continuer à m'occuper pendant plusieurs années. Ces projets sont souvent menés en collaboration avec des étudiants ou des jeunes chercheuses.

1 Représentations galoisiennes p -adiques

1.1 Sur l'admissibilité des φ -modules filtrés

En 2022, j'ai encadré le post-doctorat de Léo Poyeton. De part sa formation initiale en théorie de Hodge p -adique et l'intérêt qu'il a manifesté pour l'algorithmique, je lui ai proposé, comme sujet de recherche, de réfléchir à mes côtés à la conception d'un algorithme pour décider l'admissibilité des φ -modules filtrés.

Les φ -modules filtrés sont des objets d'algèbre semi-linéaire, d'apparence simple, dont la finalité est de fournir un paramétrage des représentations cristallines du groupe de Galois absolu de \mathbb{Q}_p (ou de l'une de ses extensions finies). La condition d'admissibilité détecte les φ -modules filtrés qui correspondent effectivement à des représentations.

Durant notre recherche, nous nous sommes rendus compte que le problème de décision de l'admissibilité, qui me paraissait plutôt anodin initialement, est, en réalité, très délicat. En effet, déjà dans un cas particulier très simple, nous l'avons relié au problème de la détermination de la distance minimale d'un code correcteur d'erreur. Ce dernier est réputé difficile, à tel point que la sécurité de certains protocoles cryptographiques post-quantiques est fondé dessus.

Nous souhaitons étudier ce lien plus en profondeur, avec pour objectif de démontrer que le problème de décision de l'admissibilité des φ -modules filtrés est, en réalité, NP-complet. Suivant les travaux de Genestier et Lafforgue, nous aimerions également faire le lien entre ce problème et celui de la recherche de réseaux à l'intérieur de ϕ -modules sur $\mathbb{Z}_p[[u]]$. En effet, nous disposons d'outils efficaces pour attaquer ce dernier problème qui pourraient, peut-être, être appliqués par ricochet à l'algorithmique des codes correcteurs d'erreurs.

1.2 La correspondance de Langlands 1-adique

À la suite de nos récents travaux avec Agnès David et Ariane Mézard, nous avons entrevu les prémises d'un socle commun combinatoire aux correspondances de Langlands p -adiques pour p variable. J'aimerais étudier davantage cet ensemble de phénomènes qui reste, pour le moment, mystérieux mais que nous avons, malgré tout, appelé *correspondance de Langlands 1-adique*.

Il s'agit certainement d'un projet à long terme étant donné qu'à l'exception peut-être des variétés de Kisin, les objets sous-jacents à la formulation de cette nouvelle hypothétique correspondance sont encore loin d'être entièrement cernés. Toutefois, à plus court terme, il nous paraît envisageable d'étudier de nouvelles familles d'exemples et d'étudier le comportement des variétés de Kisin le long de ces familles.

Typiquement, faisant directement suite à nos travaux, nous envisageons de commencer par l'étude des déformations potentiellement Barsotti-Tate des représentations irréductibles de dimension quelconque. En effet, cet exemple, qui nous paraît pourtant à la fois fondamental, simple et naturel, a souvent été laissé de côté dans la littérature car les poids de Hodge-Tate se répètent.

Toutefois, nous nous attendons à ce que, dans ce cas, les variétés de Kisin apparaissent comme des sous-espaces de produits de grassmanniennes pouvant être décrits entièrement par des données combinatoires de nature « immobilière » ; si cette intuition s'avère correcte, elle constituerait un nouvel élément de poids en faveur de l'existence d'une correspondance de Langlands 1-adique.

2 Autour des polynômes de Ore

2.1 Réduction modulo p des diagonales

Avec Boris Adamczewski et Alin Bostan, nous avons, il y a quelques temps, entamé une collaboration visant à étudier le degré d'algébricité des réductions modulo p des diagonales de fractions rationnelles à plusieurs variables ou, plus généralement, de fonctions algébriques. Rappelons que si :

$$f(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i_1, \dots, i_n \in \mathbb{N}} a_{i_1, \dots, i_n} \cdot x_1^{i_1} \cdots x_n^{i_n}$$

sa diagonale Δf s'obtient simplement en extrayant les termes diagonaux comme ceci :

$$\Delta f(t) = \sum_{i \in \mathbb{N}} a_{i, i, \dots, i} \cdot t^i.$$

En général, Δf n'est pas une algébrique sur $\mathbb{Q}(t)$ mais il se trouve que, pour presque tout nombre premier, la réduction modulo p de Δf , notée Δf_p , est algébrique sur $\mathbb{F}_p(t)$. De plus, il est connu que son degré d'algébricité croît en p^N où N est une constante ne dépendant que de f .

Dans notre travail, avec Boris Adamczewski et Alin Bostan, nous obtenons une borne très simple de ce nombre N , ne dépendant que des degrés d'un polynôme annulateur de f . En outre, nous remarquons que, non seulement, le degré d'algébricité de Δf_p est majoré par p^N mais que, plus précisément, cette fonction est toujours annulée par un polynôme linéarisé, *i.e.* de la forme :

$$L(x) = a_N x^{p^N} + a_{N-1} x^{p^{N-1}} + \cdots + a_1 x^p + a_0 x.$$

Ceci implique, en particulier, que le groupe de Galois de Δf_p apparaît (à conjugaison près) comme un sous-groupe de $\mathrm{GL}_N(\mathbb{F}_p)$.

La question que nous nous sommes posés (et à laquelle nous ne savons, pour le moment, pas répondre) est la suivante : est-ce que les sous-groupes ainsi obtenus, lorsque p varie, proviennent d'une même source, par exemple, d'un même sous-groupe défini en caractéristique zéro ? À côté de cela, s'il est vrai qu'en caractéristique nulle, Δf peut ne pas être algébrique, il est toujours solution d'une équation différentielle linéaire. Le groupe de Galois de cette équation fournit alors un sous-groupe algébrique de $\mathrm{GL}_N(\mathbb{C})$. Ce sous-groupe pourrait-il être relié, d'une manière ou d'une autre, au sous-groupe que nous cherchons.

Avec Florian Fürnsinn, nous avons entamé une collaboration où nous étudions plusieurs exemples sous le prisme de la question précédemment posée. S'il paraît évident que des phénomènes intéressants surviennent, nous ne sommes pas encore parvenus à formuler une conjecture précise. Nous aimerions donc poursuivre notre collaboration dans cette direction jusqu'à parvenir à une compréhension globale de la situation.

2.2 Fonctions L associées aux modules de Drinfeld

Les polynômes linéarisés que nous venons de rencontrer interviennent aussi naturellement dans la théorie des modules de Drinfel'd. En effet, un module de Drinfeld (disons sur $\mathbb{F}_p[X]$, pour simplifier) est par définition un morphisme d'anneaux :

$$\phi : \mathbb{F}_p[X] \longrightarrow K\{\tau\}$$

où K est algèbre sur $\mathbb{F}_p[X]$ (par exemple, une extension finie de \mathbb{F}_p munie d'un générateur) et où $K\{\tau\}$ désigne l'anneau des polynômes linéarisés en la variable τ à coefficients dans K , muni des opérations d'addition et de composition. Ces objets jouent un rôle similaire à celui des variétés abéliennes dans le cas de l'arithmétique des corps de fonctions.

Avec Antoine Leudière, nous nous sommes récemment intéressés à l'algorithmique des modules de Drinfeld et nous avons, en particulier, proposé de nouveaux algorithmiques efficaces pour le calcul du polynôme caractéristique de l'endomorphisme de Frobenius lorsque K est un corps fini. Comme suite à ce travail, je projette de m'intéresser au cas où $K = \mathbb{F}_p[X]$ avec pour objectif de calculer *tous* les polynômes caractéristique de Frobenius des réductions modulo $P(X)$ (un polynôme irréductible de $\mathbb{F}_p[X]$) de ϕ . Ceci serait une étape importante vers le calcul de la fonction L associée à un module de Drinfeld, un invariant de première importance dans ce contexte.

3 Codes correcteurs d'erreurs

3.1 Codes θ -cycliques autoduaux

Il y a environ deux ans, j'ai été contacté par Fabrice Drain, un ingénieur en informatique qui menait des études de mathématiques en parallèle et souhaitait goûter à la recherche. Je lui ai proposé de travailler sur les codes θ -cycliques autoduaux, une famille de codes qui avait été récemment mise en exergue et étudiée, au moins dans des cas particuliers, par Aicha Batoul, Delphine Boucher et Ranya Djihad Boulanouar.

J'ai proposé à Fabrice de reprendre cette étude en adoptant une nouvelle approche plus conceptuelle et moins calculatoire. En utilisant la théorie des algèbres d'Azumaya et l'équivalence de Morita, nous avons réduit le problème du dénombrement (resp. de l'énumération) des codes θ -cycliques autoduaux à celui du dénombrement (resp. de l'énumération) des espaces totalement isotropes de dimension maximale d'une forme bilinéaire ou hermitienne (selon les cas) sur une algèbre artinienne.

Nous avons d'ores et déjà résolu le cas où l'algèbre artinienne sus-citée est un corps et, mieux encore, nous avons mis au point des algorithmes d'énumération rapide des sous-espaces totalement isotropes qui nous intéressent. Ne reste donc plus qu'à étendre nos résultats à des algèbres artiniennes quelconques, je suis confiant que cela pourra se faire à l'aide d'arguments de type Hensel.

À noter que Fabrice vient d'obtenir une bourse pour débiter une thèse en septembre 2023 sous ma direction et celle d'Elena Berardini.

3.2 Codes en métrique somme-rang

Un autre sujet que nous souhaitons proposer à Fabrice pour sa thèse est dans la continuité du travail que nous avons récemment réalisé avec Elena portant sur une nouvelle construction géométrique de codes en métrique somme-rang.

Nous aimerions mieux comprendre les propriétés des codes que nous avons introduits, en particulier en lien avec le décodage (décodage unique, décodage en liste, *etc.*). Nous envisageons donc de proposer à Fabrice de collaborer sur ce sujet.

Une autre piste de recherche est d'étudier dans quelle généralité nos constructions pourraient s'étendre. Pour le moment, ils sont construits à partir de revêtements galoisiens de courbes, mais il semble envisageable d'obtenir une construction plus générale à partir de torseurs, voire d'ordres (non nécessairement maximaux) dans des algèbres simples centrales.

4 Implémentation SAGEMATH

À côté des activités de pure recherche dont je viens de donner un aperçu rapide, j'aimerais aussi consacrer du temps au développement du logiciel de calcul formel SAGEMATH avec lequel je travaille presque quotidiennement.

4.1 Corps p -adiques

Un premier travail qui, de fait, est déjà en chantier depuis de nombreuses années est la mise en place d'une interface de qualité pour travailler agréablement avec les extensions finies de \mathbb{Q}_p . Actuellement, dans SAGEMATH, il est possible, grâce au travail de David Roe, de créer n'importe quelle extension de \mathbb{Q}_p mais il faut, pour cela, la présenter comme une tour d'extension : une extension totalement ramifiée définie par un polynôme d'Eisenstein sur une extension non ramifiée. Au contraire, il serait intéressant de pouvoir créer une extension de \mathbb{Q}_p en donnant simplement un polynôme irréductible qui la définit.

La plupart des outils pour cela sont, en réalité, déjà en place : il y a quelques années, Julian R uth, a implémenté l'algorithme de Montes pour tester l'irréductibilité et, le cas échéant, calculer une uniformisante du corps correspondant. Par ailleurs, j'ai moi-même, il y a quelques années également, mis au point une interface utilisateur pour gérer agréablement les tours d'extensions. Mettant ensemble ces deux outils, il ne devrait plus être difficile de conclure.

4.2 Polynômes de Ore

Depuis une dizaine d'années environ, j'ai beaucoup contribué à l'implémentation des polynômes de Ore dans SAGEMATH et ai eu, à ce sujet, des retours positifs de nombreux collègues qui utilisent mon travail.

Toutefois, certaines fonctionnalités et applications ne sont pas encore implémentées, notamment pour ce qui concerne les opérateurs différentiels et la p -courbure. Avec mon étudiant Raphaël Pagès, nous projetons de consacrer du temps pour combler cette lacune.



Xavier Caruso

Directeur de recherche (DR2) au CNRS

Né le 24 avril 1980 à Cannes (06)
Nationalité française
Marié, trois enfants

Thèmes de recherche

Mathématique.

Géométrie arithmétique, représentations galoisiennes, équations différentielles

Informatique.

Calcul formel, précision p -adique

Parcours académique

- depuis 2018 **Directeur de recherche au CNRS.**
Affectation: Université de Bordeaux
- 2011 **Habilitation à diriger les recherches.**
Titre: Une contribution à la théorie de Hodge p -adique entière et de torsion
- 2009–2010 **Mobilité.**
Laboratoire Poncelet à l'Université indépendante de Moscou
- 2006–2018 **Chargé de recherche au CNRS.**
Affectation: Université Rennes 1
- 2005 **Thèse sous la direction de Christophe Breuil.**
Titre: Conjecture de l'inertie modérée de Serre
- 1999–2003 **Étudiant à l'École Normale Supérieure de Paris.**

Sélection de publications récentes

- [CDM23] **Combinatorics of Serre weights in the potentially Barsotti–Tate setting**, avec *A. David, A. Mézard*.
Moscow Journal of Combinatorics and Number Theory **12** (2023), 1–56
- [Car22] **Where are the zeroes of a random p -adic polynomial?**
Forum of Mathematics, Sigma **10** (2022), 1–41
- [CEL21] **Fast computation of elliptic curve isogenies in characteristic two**, avec *E. Eid, R. Lercier*.
J. London Math. Soc. **104** (2021), 1901–1929
- [Car21b] **A theory of residues for skew rational functions.**
J. Éc. Polytechnique **8** (2021), 1159–1192

[Car19] **An introduction to p -adic period rings.**

Panoramas et Synthèses 54 (2019), 19–92

[CVV19] **Grobner bases over Tate algebras**, avec T. Vaccon, T. Verron.

actes de la conférence ISSAC 2019

Principales responsabilités scientifiques et administratives

- 2022 **Président du comité d'évaluation HCERES.**
de l'institut de mathématiques de Marseille (I2M)
- 2022–2029 **Directeur adjoint de l'IMB.**
Responsable de la cellule informatique
- 2020–2023 **Membre suppléant au CNU.**
Conseil National des Universités
- depuis 2020 **Chef de l'équipe Diffusion de l'IMB.**
- 2018–2023 **Coordinateur du projet ANR CLap–CLap.**
Correspondance de Langlands p -adique : une approche constructive et algorithmique
- 2017 **Co-fondateur et éditeur aux Annales Henri Lebesgue.**
Les *Annales Henri Lebesgue* sont une nouvelle revue électronique, généraliste et entièrement gratuite pour les auteurs et pour les lecteurs
- 2015 **Membre de comités d'évaluation HCERES.**
de l'institut de mathématiques de Bordeaux (IMB),
du laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme (LMNO) et
de l'institut Élie Cartan de Lorraine (IECL)
- 2014 **Organisateur d'un semestre thématique,**
dans le cadre du Labex Lebesgue.
Titre du semestre: Autour des espaces de modules
- 2012–2016 **Membre élu du CoNRS.**
Comité National de la Recherche Scientifique
- 2011–2020 **Organisateur du séminaire Mathematic Park à l'IHP.**
Séminaire de vulgarisation scientifique destiné aux étudiants
- 2011 **Co-organisateur d'un événement de l'IHP.**
Célébrations de l'anniversaire du bicentenaire de la naissance de Galois
- 2009–2013 **Coordinateur du projet ANR CETHop.**
Calculs effectifs en théorie de Hodge p -adique

Langues

Français langue maternelle

Russe niveau intermédiaire

Anglais lu, écrit, parlé

Compétences informatiques

Programmation C, python, perl

Calcul formel sagemath, magma

Base de données mysql

Web html, css, php, javascript, drupal